

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①7 Patentschrift
①1 DE 3435910 C2

⑤1 Int. Cl. 4:
G01 F 1/58

②1 Aktenzeichen: P 34 35 910.9-52
②2 Anmeldetag: 29. 9. 84
④3 Offenlegungstag: 3. 4. 86
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 12. 3. 87

DE 3435910 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
Josef Heinrichs Meßgeräte, 5000 Köln, DE

⑦4 Vertreter:
Maxton, A., Dipl.-Ing.; Langmaack, J., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anw., 5000 Köln

⑦2 Erfinder:
Buschmann, Heinz, 5020 Frechen, DE

⑤6 Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene
Druckschriften nach § 44 PatG:
DE-OS 24 54 469
DE-GM 19 44 979

⑤4 Magnetisch-induktiver Durchflußmesser mit auswechselbaren Durchflußsensoren

DE 3435910 C2

BEST AVAILABLE COPY

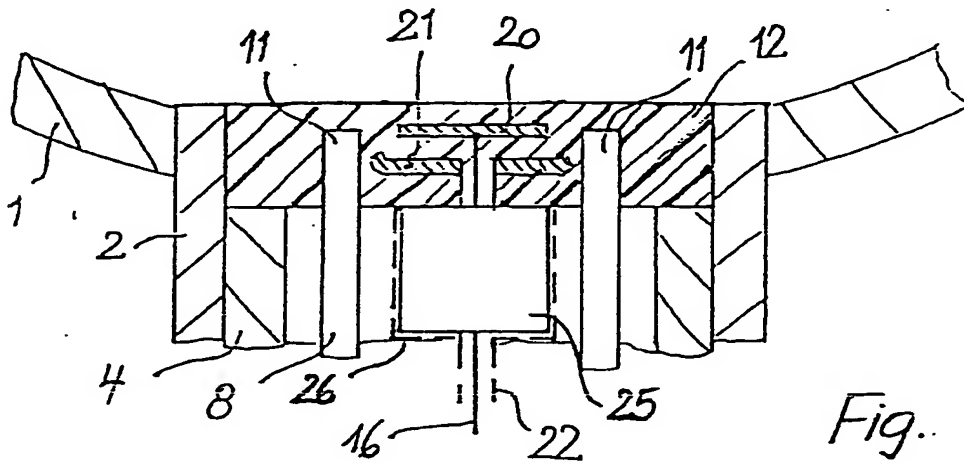


Fig. 4

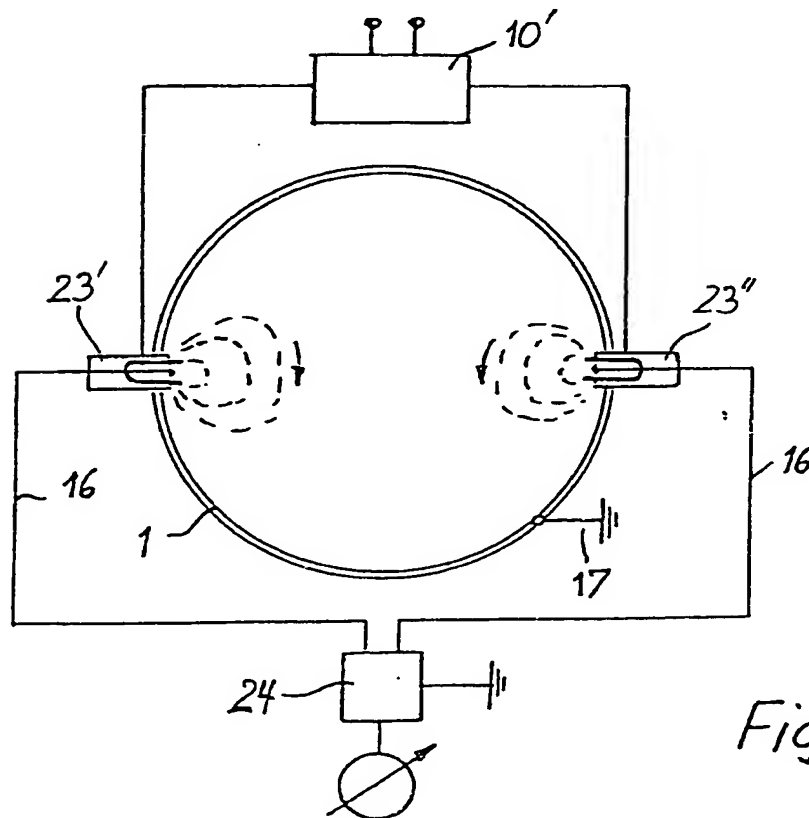


Fig. 1

Patentansprüche

1. Magnetisch-induktiver Durchflußmesser mit zwei Elektromagneten zur Erzeugung eines magnetischen Feldes, das ein in einem Rohr strömendes elektrisch-leitfähiges Medium in einer Querschnittsebene durchsetzt und in dem in der Querschnittsebene zwei Meßelektroden angeordnet sind, die an die Eingänge eines Differenzverstärkers als Teil einer Meßumformerschaltung angeschlossen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromagneten auf einander gegenüberliegenden Seiten des Rohres angeordnet und jeweils mit ihren beiden Polen dem strömenden Medium zugekehrt sind, wie an sich bekannt, und daß jeweils nur eine Meßelektrode mittig zwischen den beiden Polen des Magneten angeordnet ist.
2. Durchflußmesser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßelektrode als Kontaktelektrode (14) auf der Außenfläche der Isolierabdeckung (12) angeordnet ist, wie an sich bekannt.
3. Durchflußmesser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßelektrode (20) in der Isolierabdeckung (12) von dem strömenden Medium galvanisch getrennt angeordnet ist.
4. Durchflußmesser nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßelektrode (20) in an sich bekannter Weise auf ihrer dem strömenden Medium abgekehrten Seite eine Schirmelektrode (21) zugeordnet ist.
5. Durchflußmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Teil (25) der Meßumformerschaltung im Durchflußsensor angeordnet ist.
6. Durchflußmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils die Verbindungsleitung (16) zwischen der Meßelektrode (14) und der Meßumformerschaltung im Bereich des zugeordneten Magneten (7) mittig zwischen den beiden Schenkeln durch eine magnetisch neutrale Zone geführt ist.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen magnetisch-induktiven Durchflußmesser entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Induktive Durchflußmesser sind in vielfältiger Form bekannt, beispielsweise aus der DE-AS 24 54 469. Diese bekannten Durchflußmesser werden im wesentlichen durch einen mit einer elektrisch-isolierenden Auskleidung versehenen Strömungskanal für das hinsichtlich seiner Durchflußmenge zu überwachende Medium gebildet. Am Strömungskanal sind an gegenüberliegenden Seiten starke Elektromagneten angeordnet, deren magnetisches Feld den Strömungskanal in der Querschnittsebene durchsetzt. Um 90° versetzt hierzu sind im Innern des Strömungskanals Meßelektroden angeordnet, die entweder als Kontaktelektroden ausgebildet sind, d. h. auf der Innenseite der Isolierabdeckung liegen und mit dem zu messenden Medium in Berührung kommen, oder aber als kapazitiv wirkende Meßelektroden ausgebildet sind, die, wie in der vorstehend genannten Druckschrift gezeigt, in die Isolierabdeckung eingebettet sind. Dieses Meßprinzip hat sich für die Durchflußmengenmessung durchaus bewährt.

Bei größeren Rohrdurchmessern, schon mit Nennweiten von beispielsweise 200 mm und mehr, ergeben

sich jedoch erhebliche Probleme sowohl hinsichtlich der Anordnung und Auslegung der am Strömungskanal anzubringenden Elektromagneten zur Erzeugung des magnetischen Feldes als auch hinsichtlich der elektrisch-isolierenden Auskleidung der Kanalinnenwandung. Hierbei ist nicht nur ein verhältnismässig langes Rohrstück mit einer isolierenden Innenauskleidung zu versehen, sondern bei Beschädigungen der Innenauskleidung oder Fertigungsfehlern beim Aufbringen der Innenauskleidung sind die hierdurch bedingten Störungen nur mit einem erheblichen Kostenaufwand und mit langer Betriebsunterbrechung zu beheben. Ein weiterer Problempunkt ist die Befestigung der Elektroden an der Innenwandung der isolierenden Auskleidung und die Durchführung der Verbindungsleitungen nach außen. Ein weiterer Nachteil der vorbekannten Anordnung besteht darin, daß bei großen Nennweiten der Strömungskanäle ein derartiger magnetisch-induktiver Durchflußmesser praktisch oft nur in geringen Stückzahlen hergestellt wird, so daß eine Optimierung, wie sie bei Serienprodukten möglich ist, nicht erzielbar ist.

In der DE-GM 19 44 979 ist nun ein Strömungsmesser beschrieben, mit dem man versucht hat, die vorstehend aufgeführten Schwierigkeiten dadurch zu beseitigen, daß man ein inhomogenes Magnetfeld mit den beiden Meßelektroden zu einer Einsteckeinheit zusammengefaßt hat, die seitlich in die Rohrleitung einsteckbar ist, in der das zu messende Medium fließt. Die Anordnung ist hierbei so getroffen, daß eine Meßelektrode mittig zwischen den beiden Polen des Magneten angeordnet ist, während die zweite Meßelektrode bezogen auf die von den beiden Magnetpolen definierte Ebene seitlich neben dem Magneten angeordnet ist. Der Nachteil dieser Anordnung besteht darin, daß selbst bei großen Abmessungen dieser Einsteckeinheit nur weniger als die Hälfte des erzeugten Magnetfeldes, nämlich der zwischen den beiden Meßelektroden verlaufende Teil des Magnetfeldes überhaupt für den Meßvorgang wirksam ist. Darüber hinaus liegt ein erheblicher Bereich des für die Messung wirksamen Magnetfeldes in der Randzone des Strömungskanals, die in einer Größenordnung von etwa 3% des Kanalradius wegen der Störungseinflüsse durch die Randreibung praktisch keinen Beitrag für die Meßanzeige leistet. Der Wirkungsgrad der vorbekannten Meßanordnung und damit die Leistungsfähigkeit des vorbekannten Durchflußmessers ist somit so reduziert, daß gerade für den vorgesehenen Einsatzfall bei großen Rohrdurchmessern keine zuverlässigen Meßergebnisse erzielbar sind. Eine fabrikmäßige Eichung des vorbekannten Durchflußmessers ist nicht möglich, da die in starkem Maße das Meßergebnis beeinflussenden Strömungsverhältnisse im Randbereich auf dem Prüfstand, insbesondere bei Durchflußmessern für große Rohrdurchmesser, praktisch nicht simulierbar sind, da nicht alle Störungseinflüsse, die sich in den Unregelmäßigkeiten der Strömungsverhältnisse im Randbereich niederschlagen, simulierbar sind. Auch die Anordnung von zwei oder mehreren dieser Durchflußmesser, die in sich geschlossene Systeme darstellen, bringen keine Verbesserung, da bei dem vorbekannten System wesentliche Teile des die Durchflußmenge bestimmenden Strömungsquerschnittes gar nicht meßtechnisch erfaßt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen magnetisch induktiven Durchflußmesser zu schaffen, der als kompakte Baueinheit ausgebildete und vorzugsweise auswechselbare Durchflußsensoren aufweist, die als Serienbauteile in Durchflußmesser für Strömungskanäle

le größerer Nennweiten einsetzbar sind und bei dem der für die Meßsignalbildung maßgebliche Wertigkeitsbereich der Elektroden weitestmöglich vom Magnetfeld durchsetzt wird.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung mit den im Kennzeichnungsteil des Anspruchs 1 angegebenen Mitteln gelöst.

Überraschend hat sich nun gezeigt, daß durch die Zusammenfassung einer Meßelektrode mit dem Elektromagneten zu einem ein kompaktes Bauteil bildenden Durchflußsensor und die Anordnung von zwei derartigen Durchflußsensoren, die in üblicher Weise in einer Meßumformerschaltung verschaltet sind, in einfacher Weise magnetisch-induktive Durchflußmesser erstellt werden können. Da jeder Durchflußsensor in einer geschlossenen Baueinheit alle Funktionsteile, nämlich den Elektromagneten zur Erzeugung des Magnetfeldes und die Meßelektrode sowie die elektrisch isolierende Abdeckung im Bereich der Meßelektrode, als geschlossene Baukomponente in sich vereinigt, ergeben sich erhebliche Vorteile hinsichtlich Konstruktion und Einsatz des magnetisch-induktiven Meßprinzips. Durchflußsensoren der erfindungsgemäßen Art können selbst für Magnetfelder großer Leistungen noch als kompakte Baueinheiten serienmäßig gefertigt und fabrikmäßig gefertigt werden. Die "Meßtechnik" wird nur noch durch die beiden Durchflußsensoren mit ihrer Meßumformerschaltung gebildet, während der zugehörige Kanalteil nur noch hinsichtlich seines Strömungsquerschnittes und als Halter der Durchflußsensoren Bedeutung hat. Deshalb entfallen die aufwendigen, jeweils auf der Außenseite des Strömungskanals anzubringenden Magnetwicklungen mit den bisher je nach Einsatzfall komplizierten und aufwendigen Zusatz- und Kompensationswicklungen, die es bisher notwendig machten, in der Prüfung und Eichung des Durchflußmessers immer das entsprechende Kanal- bzw. Rohrstück mit einzubeziehen. Da der Durchflußsensor an seinem der zu messenden Strömung zugekehrten Ende, also in seinem Wirkbereich mit einer isolierenden Abdeckung versehen ist, entfällt ferner die Notwendigkeit, die Kanalinnenwandung im Wirkbereich vollständig mit einer großflächigen elektrisch isolierenden Auskleidung zu versehen. Dies bietet daher die Möglichkeit, für die Abdeckung Werkstoffe auszuwählen, die sowohl im Hinblick auf ihre dielektrische Eigenschaft als auch im Hinblick auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Korrosion und Abrasion durch das strömende Medium optimal sind, so daß auch hier teure Werkstoffe eingesetzt werden können, da nur der Halter selbst mit einer solchen Abdeckung versehen werden muß. Je nach Einsatzfall können hier Kunststoffe oder auch hochwertige Keramikstoffe, ggf. in Verbundkonstruktion eingesetzt werden. Ein weiterer baulicher Vorteil ist dadurch gegeben, daß durch den Einsatz von Durchflußsensoren ein magnetisch-induktiver Durchflußmesser praktisch an jeder beliebigen Stelle eines Strömungskanals angeordnet werden kann, da am Kanal an der betreffenden Stelle lediglich eine Einführungsöffnung in Form eines Haltestutzens oder dgl. angeordnet zu werden braucht. Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Durchflußsensors liegt ferner darin, daß im Meßbereich ein starkes und weit in den Strömungskanal hineinreichendes Magnetfeld erzeugt werden kann. Dies bietet bei entsprechender Auslegung die Möglichkeit, für Flüssigkeiten mit geringer elektrischer Leitfähigkeit und/oder auch für geringe Strömungsgeschwindigkeiten noch zuverlässige Meßsignale zu erzeugen. Durch die erfindungsgemäße Zuordnung der Meßelektrode zu den Polflächen ergibt sich ferner der Vorteil, daß auch bei Strömungskanalwandungen aus ferromagnetischem Material der Verlauf des Magnetfeldes zwischen den beiden Polflächen praktisch ohne Einfluß auf die Leistungsfähigkeit des Durchflußsensors bleibt.

Die beiden Durchflußsensoren werden so an die Stromversorgungseinrichtung angeschlossen, daß die Richtung ihrer den Strömungskanal in der Querschnittsebene durchsetzenden Feldlinien jeweils gleichgerichtet sind und daß die Meßleitungen von den Meßelektroden beider Durchflußsensoren in an sich bekannter Weise mit einem das Meßsignal erzeugenden Meßumformer verbunden sind. Für die Herstellung eines magnetisch-induktiven Durchflußmessers der erfindungsgemäßen Bauart werden zwei in ihrer Leistung auf den Kanalquerschnitt ausgelegte Durchflußsensoren und die zugehörige, übliche Meßumformerschaltung benötigt, die u. a. einen Differenzverstärker aufweist, auf den die Meßelektrode jedes Durchflußsensors aufgeschaltet ist. Da jeder Durchflußsensor als Serienteil herstellbar und eichfähig ist, ist somit auch für den magnetisch-induktiven Durchflußmesser der erfindungsgemäßen Bauart die Gewähr für reproduzierbare Meßwerte gegeben, wenn derartige Durchflußsensoren in der bisher üblichen Form als Durchflußmesser zusammengeschaltet werden. Während bei Durchflußmessern der herkömmlichen Bauart der den Durchflußmesser bildende Rohrschub vollständig ausgewechselt werden mußte, besteht bei einem Durchflußmesser der erfindungsgemäßen Bauart der Vorteil, daß hier ohne Montage an der Leitung lediglich der defekte oder aber auch beide Durchflußsensoren ausgewechselt zu werden brauchen.

In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Meßelektrode, wie an sich bekannt, als Kontaktelektrode auf der Außenfläche der Isolierabdeckung angeordnet ist. Bei der gegebenen Anordnung von nur zwei Polflächen des Elektromagneten ergibt sich die Möglichkeit, verhältnismäßig großflächige Kontaktelektroden, d. h. Meßelektroden einzusetzen, die mit dem strömenden Medium unmittelbar in Berührung stehen. Bei entsprechend großer Kontaktfläche wird der Einfluß von Störspannungen, die im Kantenumbereich zwischen Kontaktfläche und Isolierabdeckung aufgrund von durch Ablagerungen hervorgerufenen elektrochemischen Vorgängen auftreten können, reduziert, da über den größten Teil der Fläche die durch das strömende Medium hervorgerufene Spannung wirksam ist.

In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Meßelektrode in der Isolierabdeckung von dem strömenden Medium galvanisch getrennt angeordnet ist. Auch hier bietet die erfindungsgemäße Anordnung durch die Zusammenfassung von Elektromagnet und Meßelektrode mit einer nur auf den Endbereich des Halters begrenzten Isolierabdeckung die Möglichkeit, für eine derartige kapazitiv wirkende Meßelektrode eine optimale Materialpaarung für die das Dielektrikum bildende Isolierabdeckung und die Meßelektrode zu wählen und hierbei wegen der Möglichkeit einer maschinellen Herstellung eine hohe Präzision einzuhalten. Ein weiterer Vorteil ergibt sich auch für diese Ausgestaltung aus der Tatsache, daß zwischen den beiden Polflächen eine verhältnismäßig große Elektrodenfläche angeordnet werden kann, wobei auch hier wieder durch die exakte Zuordnung zwischen Elektrodenfläche und den Polflächen des Elektromagneten eindeutige Verhältnisse gegeben sind. Hierbei ist es in weiterer Ausgestaltung zweckmäßig, wenn der Meßelektrode in

an sich bekannter Weise auf ihrer dem strömenden Medium abgekehrten Seite eine Schirmelektrode zugeordnet ist, so daß die Meßelektrode gegenüber äußeren Störeinflüssen abgeschirmt ist.

Eine besonders vorteilhafte und für die Genauigkeit der Anzeige wesentliche Ausgestaltung ist dann gegeben, wenn die Verbindungsleitung zwischen der Meßelektrode und dem nachgeschalteten Meßumformer im Bereich des Halters mittig und somit durch eine neutrale Phase des Magneten geführt werden kann und dementsprechend aus dem ständigen Wechsel des Magnetfeldes keine nachteiligen Einflüsse für die Meßanzeige auftreten können.

Die Erfindung wird anhand schematischer Zeichnungen von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 einen Querschnitt durch einen magnetisch-induktiven Durchflußmesser mit als Durchflußsensoren ausgebildeten Elektrodenanordnungen,

Fig. 2 eine weitere Ausführungsform,

Fig. 3 eine Ausführungsform eines Durchflußsensors mit einer als Kontaktelektrode ausgebildeten Meßelektrode,

Fig. 4 eine Ausführungsform eines Durchflußsensors mit einer als kapazitiv wirkende Elektrode ausgebildeten Meßelektrode.

In Fig. 1 ist ein mit Durchflußsensoren aufgebauter magnetisch-induktiver Durchflußmesser schematisch als Schnitt durch einen Strömungskanal 1 dargestellt. Hierbei sind in einer Querschnittsebene des Strömungskanales 1 gegenüberliegend zwei Durchflußsensoren 23' und 23'' mit der Wandung des Strömungskanaals so verbunden, daß jeweils ihre mit der elektrisch isolierenden Abdeckung versehenen Enden bis in das strömende Medium hereinragen, wobei die dem strömenden Medium zugekehrte Fläche der Abdeckung mit der Kanalwandung praktisch fluchtend abschließt. Der Elektromagnet 7' des Durchflußsensors 23' und der Elektromagnet 7'' des zugeordneten Durchflußsensors 23'' sind nun durch entsprechenden Anschluß an die mit einer Steuereinrichtung zur Taktung des Stroms oder zur Umschaltung der Stromrichtung versehene Stromversorgung 10' so angeschlossen, daß die Feldlinien der sich aufbauenden Magnetfelder jeweils gleichgerichtet sind, wie dies durch die Pfeile in der Zeichnung angedeutet ist. Die Verbindungsleitungen 16 beider Durchflußsensoren 23' und 23'' sind nun in einem Differenzverstärker einer Umformerschaltung 24 zusammengeschaltet, so daß als Signal die Summe der von den beiden Durchflußsensoren jeweils erfaßten Meßspannungen als Meßwert und Mittelwert der Durchflußmenge zur Anzeige gebracht wird. Die symmetrische und möglichst in einer Querschnittsebene des Strömungskanaals 1 vorgesehene Anordnung der beiden Durchflußsensoren 23' und 23'' hat den Vorteil, daß elektrische Störspannungen, beispielsweise eine 50 Hz Störspannung auskompensiert wird. Da jeder Durchflußsensor für sich eichfähig ist, ergibt sich für einen derart aufgebauten magnetisch-induktiven Durchflußmesser eine Meßeinrichtung mit hoher Meßgenauigkeit. Hierbei ist es wegen der kompakten Bauweise des Durchflußsensors möglich, Elektromagneten mit hoher magnetischer Leistung einzusetzen. Da die Spule des Elektromagneten von außen frei zugänglich ist, besteht darüber hinaus auch die Möglichkeit, für die Spulen eine Zwangskühlung vorzusehen. Der Aufbau eines Durchflußsensors wird unten beschrieben werden. Die bei dem Durchflußmesser gemäß Fig. 1 dargestellte Zuordnung der Meßelektroden der Durchflußsensoren zueinander entspricht der her-

kömmlichen Elektrodenanordnung, wie sie bei Durchflußmessern nach dem Stand der Technik durch die Lage der Magnetpole vorgegeben ist. Dadurch, daß bei einer Bauart mit Durchflußsensoren jede Meßelektrode ein "eigenes" Magnetfeld besitzt und damit die Ausrichtung des Feldes in bezug auf die Meßelektrode fest vorgegeben ist, ist es auch möglich, die beiden Durchflußsensoren in der Querschnittsebene auch unter einem von 180° abweichenden Winkel zueinander anzuordnen. Hiermit ist die Möglichkeit gegeben, durch eine entsprechende Positionierung der beiden Durchflußsensoren zueinander Einflüsse des Strömungskanaals auf das Strömungsprofil durch Schieber, Einmündungen, Krümmen oder dgl. bereits zu berücksichtigen und so die für die Zuverlässigkeit des Meßergebnisses ausschlaggebende mittlere Strömungsgeschwindigkeit exakter zu erfassen.

Da jeder Durchflußsensor hinsichtlich der Zuordnung von Elektrode und Magnetfeld ein "autonomes" System darstellt, ist es auch möglich, mehr als zwei Durchflußsensoren in einen derartigen magnetisch-induktiven Durchflußmesser in einer Querschnittsebene einzubauen. Die Durchflußsensoren können hierbei so geschaltet werden, daß je zwei Sensoren als Gruppe auf einen Meßumformer geschaltet werden und damit meßtechnisch wie eine Meßelektrode wirksam sind. Dies ist deshalb möglich, weil jeder Elektrode ein eigenes Magnetfeld zugeordnet ist und damit gegenseitige Störungen ausgeschlossen sind.

In Fig. 2 ist eine weitere konstruktive Lösung für einen Durchflußmesser dargestellt. Dieser weist ein Rohrstück 27 mit vorgegebener Länge aus einem unmagnetischen Material, beispielsweise aus Kunststoff oder Keramik auf, das in einer Querschnittsebene gegenüberliegend mit zwei nach außen gerichteten Stützen 28 versehen ist. Sofern das Rohrmaterial nicht schon von Haus aus aus einem Material hergestellt ist, das elektrisch-isolierend und zugleich gegenüber dem zu messenden Medium widerstandsfähig ist, kann dieses Rohrstück zusätzlich auch noch mit einer entsprechenden Auskleidung versehen sein.

In die Stützen 28 ist druck- und flüssigkeitsdicht jeweils eine Meßelektrode 29 eingesetzt, die entweder als Kontaktelektrode oder aber auch als kapazitiv wirkende Elektrode ausgebildet sein kann. Auf der Außenseite der beiden Stützen 28 ist nun jeweils ein U-förmiges Eisenjoch 30 angeordnet, dessen freie Schenkelenden, die die Magnetpole 31 bilden, bis an die Außenwandung des Rohres 27 herangeführt sind. Das Querjoch ist wiederum mit einer Spule 32 versehen, die in herkömmlicher Weise an eine Stromversorgung angeschlossen ist. Auch hier ist wieder jeder Elektrode 29 durch den aus Eisenjoch 30 und Spule 32 gebildeten Magneten ein "eigenes" Magnetfeld zugeordnet. Da bei dieser Bauform praktisch keine räumlichen Beschränkungen vorgegeben sind, ist es möglich, die Größe der Magnetspule und damit auch die Ausdehnung des aufzubringenden Feldes in weiten Grenzen zu variieren. Die Form des in den Rohrquerschnitt eindringenden Feldes kann noch dadurch beeinflußt werden, daß die freien Schenkelenden 31 zu Polschuhen verbreitert sind, die die Rohrkontur über einen Teil des Rohrumfanges umfassen. Da hier der Querschnitt des Stützens 28 nicht durch die Baugröße des Magneten begrenzt wird, steht praktisch der gesamte Stützenquerschnitt zur Verfügung, wenn man statt einer Kontaktelektrode, wie hier dargestellt, eine kapazitiv wirkende Elektrode einsetzen will. Die Verwendung kapazitiver Meßelektroden bringt immer

dann Vorteile, wenn Medien mit geringer elektrischer Leitfähigkeit zu messen sind. Auch hierbei sind die Elektroden elektrisch-isoliert eingesetzt. Hier ist also der Durchflußsensor nur teilweise in den Stutzen eingeschoben, nämlich nur mit seiner Meßelektrode, während der zugehörige Magnet diese auf der Außenseite umgreift. Auch diese Bauform kann in einfacher Weise als kompaktes, in sich geschlossenes Bauteil ausgebildet sein.

Wie die Schnittdarstellung in Fig. 3 zeigt, ist in die Wandung eines Strömungskanales 1, beispielsweise eines Stahlrohres, ein nach außen weisender Befestigungsstutzen 2 eingeschweißt. Der Stutzen 2 ist an seinem freien Ende mit einem Flansch 3 versehen. Im Befestigungsstutzen 2 ist ein rohrförmiger Halter 4 für eine Elektrodenanordnung lösbar gehalten, der an seinem außen liegenden Ende ebenfalls mit einem Flansch 5 versehen ist, der über Schrauben oder dgl. mit dem Flansch 3 fest verbunden werden kann. Der Zwischenraum zwischen dem rohrförmigen Halter 4 und dem Befestigungsstutzen 2 ist zumindest im Durchtrittsbereich des Halters in den Strömungskanal 1 mit einem Dichtelement 6 abgedichtet. Form und/oder Material des Dichtungselementes 6 richtet sich nach den durch das strömende Medium vorgegebenen Betriebsbedingungen, d. h. Druck, Temperatur, chemische Aggressivität etc. . .

In dem rohrförmigen Halter 4 ist ein Elektromagnet 7 mit einem U-förmigen Eisenjoch 8 befestigt, auf dessen Schenkeln die Spulen 9 so angeordnet sind, daß bei gegebener Richtung eines die Spulen durchfließenden elektrischen Stromes ein Schenkelende den Nordpol und das andere Schenkelende den Südpol des Magneten bildet. Die Spulen 9 sind in Reihen- oder Parallelschaltung an eine Stromversorgungseinrichtung 10 angeschlossen, so daß mit Hilfe des Elektromagneten 7 ein magnetisches Feld den Strömungskanal 1 durchsetzt.

Die beiden freien, die Pole 11 bildenden Schenkelenden des Eisenjochs 8 sind von einer elektrisch-isolierenden Abdeckung 12 abgedeckt, die das der zu messenden Strömung zugekehrte Ende des Halters 4 dicht abschließt. Die Strömungsrichtung des Mediums ist durch den senkrecht zur Zeichenebene ausgerichteten Pfeil 13 gekennzeichnet.

Mittig zu den beiden Polen 11 des Elektromagneten 7 ist eine Meßelektrode angeordnet, die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel als Kontaktelektrode 14 ausgebildet ist, d. h. mit dem zu messenden Medium galvanisch leitend in Verbindung steht. Die Kontaktelektrode 14 ist fest mit der Abdeckung 12 verbunden. Ein Kontaktstift 15 ist druck- und flüssigkeitsdicht durch die Abdeckung 12 hindurchgeführt. An den Kontaktstift 15 ist eine Verbindungsleitung 16 angeschlossen, die parallel und in gleichem Abstand zu den Schenkeln 8 des Elektromagneten axial durch den Halter 4 nach hinten herausgeführt ist und die mit einem Meßumformer zur Erzeugung des Anzeigesignals verbunden ist. Durch den gleichen Abstand zu beiden Magnetspulen und ggf. durch eine zusätzliche, hier nicht näher dargestellte Abschirmung, ist die Verbindungsleitung schon aufgrund der geometrischen Anordnung gegenüber Störeinflüssen, die von dem Magnetfeld, das sowohl als Gleichfeld wie auch als Wechselfeld betrieben werden kann, unempfindlich. Anstelle einer Aufteilung der Spule 9 auf die beiden Schenkel des Eisenjochs 8 kann diese auch als Flachspule auf dem Quersteg des Eisenjochs 8 angeordnet sein. Hierdurch läßt sich bei gegebenem Durchmesser des rohrförmigen Halters 4 ein größerer

Abstand zwischen den beiden Polen 11 erzielen. Dies ist insbesondere für die Ausführungsform gemäß Fig. 3 von Bedeutung, da dort die zur Verfügung stehende Elektrodenfläche unmittelbaren Einfluß auf die (elektrische) Leistungsfähigkeit des Durchflußsensors hat. Bei einer Flachspule muß lediglich für eine abgeschirmte Durchführung der Meßleitung 16 Sorge getragen werden.

Werden nun die Spulen 9 des Elektromagneten 7 mit einem elektrischen Strom beaufschlagt, so bildet sich während der Einschaltzeit des Stromes zwischen den beiden Polen 11 ein Magnetfeld aus, das das im Strömungskanal 1 strömende Medium durchsetzt und dessen gestrichelt dargestellte Feldlinien 18 in etwa den dargestellten Verlauf aufweisen. Bei gegebener Polarität des Feldes, gegebener Durchflußrichtung des elektrisch-leitfähigen Mediums (Pfeil 13) ergibt sich eine zur Strömungsgeschwindigkeit proportionale Spannung (Pfeil 19), die über die Kontaktelektrode 14 abgegriffen werden kann. Da der freie Strömungsquerschnitt des Strömungskanales 1 an der Meßstelle bekannt ist, zeigt das abgegriffene Signal bei entsprechender Normierung auch die Durchflußmenge pro Zeiteinheit an. Der Umformer ist in Fig. 1 schematisch dargestellt.

In Fig. 4 ist schematisch eine andere Ausgestaltung für die Meßelektrode dargestellt. Da der Aufbau der Elektrodenanordnung insgesamt dem anhand von Fig. 3 beschriebenen Aufbau entspricht, beschränkt sich die Darstellung in Fig. 4 lediglich auf den Bereich der isolierenden Abdeckung 12. Bei dieser Ausführungsform sind die die Polflächen 11 bildenden freien Schenkelenden des Eisenjochs 8 des Elektromagneten wiederum von der isolierenden Abdeckung 12 abgedeckt. Die Elektrode 20 ist bei dieser Ausführungsform in der Isolierabdeckung 12 von dem strömenden Medium galvanisch getrennt angeordnet und bildet somit eine kapazitiv wirkende Elektrode. Die Versorgungsleitung 16 ist wieder mittig und symmetrisch zu den Schenkeln des Elektromagneten innerhalb des Halters 4 geführt. Zur Reduzierung von Störeinflüssen ist der Elektrode 20 auf ihrer dem strömenden Medium abgekehrten Seite eine Schirmelektrode 21 zugeordnet, die mit der Abschirmung 22 der Verbindungsleitung 16 verbunden ist. Die Verbindungsleitung 16 und die Abschirmung 22 sind an eine für diese Meßelektrodenbauform ausgelegte Meßschaltung üblicher Bauart angeschlossen. Die Funktionsweise einer derart aufgebauten Elektrodenanordnung entspricht im wesentlichen der anhand von Fig. 1 beschriebenen Funktionsweise. Da jedoch die Elektrode 20 vom strömenden Medium galvanisch getrennt ist, bewirkt das zwischen den beiden Polflächen entstehende Magnetfeld in Verbindung mit dem strömenden Medium einen Verschiebestrom und damit eine Ladung an der isoliert eingebetteten Elektrode. Die Ladung ist bei vorgegebenen Größen, d. h. Stärke des Magnetfeldes, Geschwindigkeit und Leitfähigkeit des strömenden Mediums sowie der Größe der Elektrode 20 wiederum geschwindigkeitsproportional, so daß bei entsprechender Taktung des Magnetfeldes und entsprechendem Aufbau des Meßumformers wiederum ein der Strömungsgeschwindigkeit proportionales Signal erzeugt werden kann.

In der Zeichnung ist ein weiterer wesentlicher Vorteil eines derartigen Durchflußsensors dargestellt, der insbesondere bei der Verwendung kapazitiver Meßelektroden von Bedeutung ist. Bei der dargestellten Bauform ist es möglich, wenigstens einen Teil der Meßumformerschaltung, hier einen Impedanzwandler 25, in un-

mittelbarer Nähe der Elektrode 20 anzuordnen, so daß nur ein kurzes Stück der Verbindungsleitung 16 zwischen der Elektrode 20 und dem Impedanzwandler verbleibt und damit elektrische Störungen weitgehend ausgeschaltet werden. Je nach Art der verwendeten Meß- 5 umformerschaltung kann zusätzlich zu dem Impedanzwandler auch noch ein Eingangsvorverstärker an dieser Stelle angeordnet sein. Bei entsprechender Miniaturisierung der Schaltungselemente einerseits und bei entsprechender Baugröße des Durchflußsensors andererseits 10 ist es ferner möglich, auch die Meßumformerschaltung selbst in den Durchflußsensor zu integrieren. Die Schaltungsanordnung 25 ist zweckmäßigerweise mit einer Abschirmung 26 versehen.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

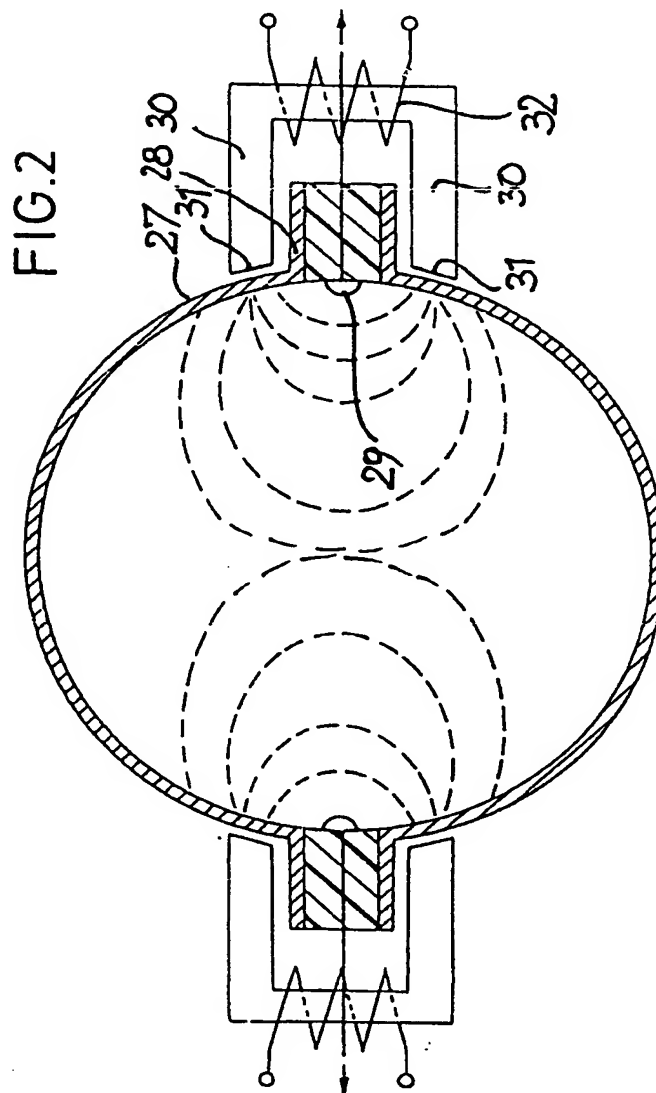
45

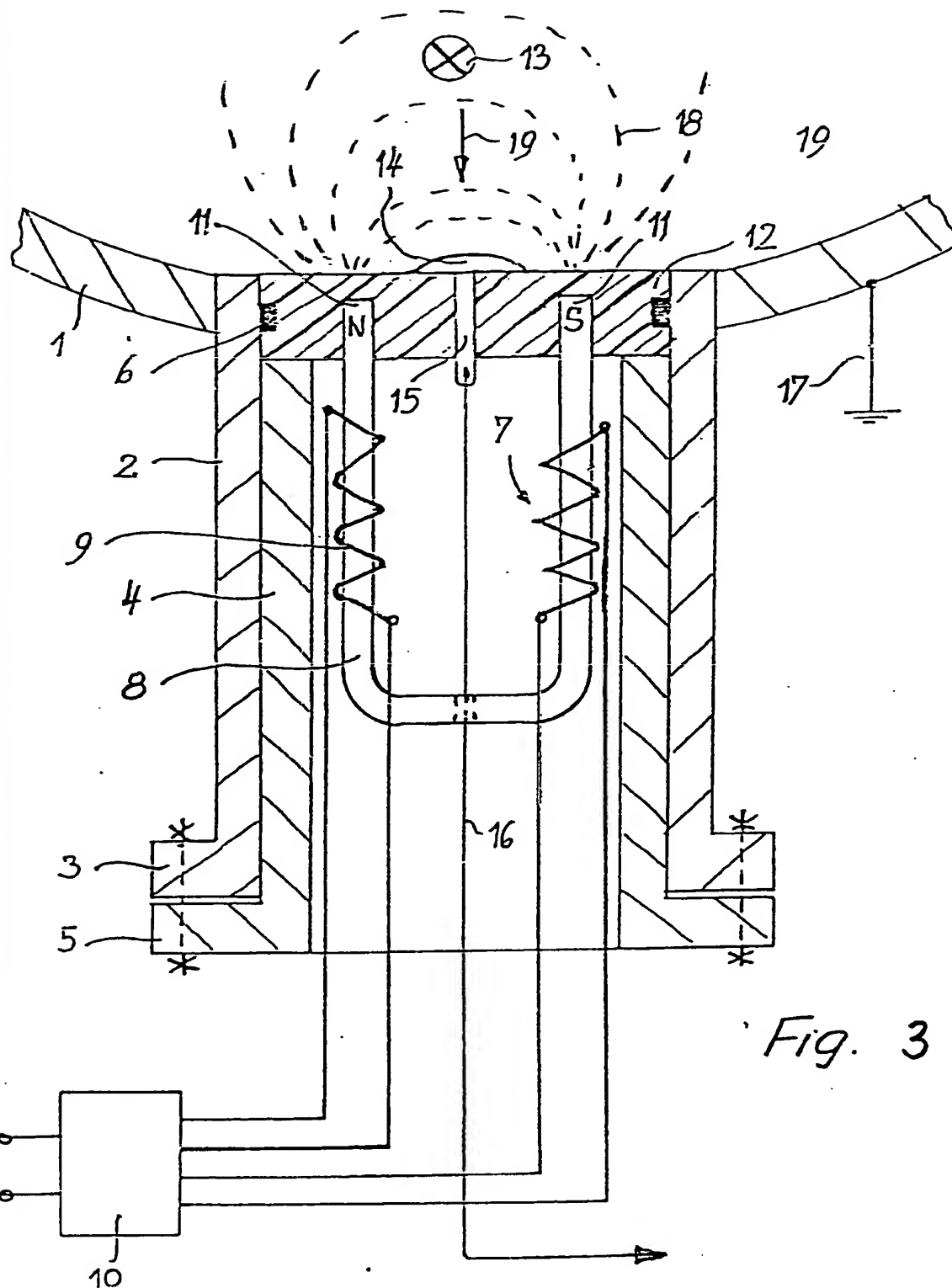
50

55

60

65





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.